面向中国空间治理现代化的科技强国适应策略

樊 杰

1 中国科学院地理科学与资源研究所 北京 100101
2 中国科学院科技战略咨询研究院 北京 100190
3 中国科学院大学 资源与环境学院 北京 100049

摘要 空间治理是我国治理体系中相对薄弱的领域，也是生态文明建设中的一个重要领域。在科技支撑空间治理中存在的自然科学与社会科学分割、数据共建共享机制不健全、科学研究与决策管理脱节等问题，严重地阻碍着治理体系现代化的需求。在科技强国建设中，面向中国空间治理现代化的适应策略的形成，对中国实现从小康社会迈向现代化社会的转型和提升中国在全球治理体系中的水平具有重要意义。文章在讨论空间治理对象的复杂化、政府决策管理的科学化，以及科技服务社会发展的总体趋势的基础上，提出了理论创新、数据建设和知识应用为主体的面向空间治理的科技创新框架，系统讨论了重构统一地理学理论体系和夯实统一地理学数据基础两大问题。

关键词 空间治理，可持续性，人地耦合，国土空间规划，统一地理学

DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.20200502001

全球变化和全球化在深刻地改变着我们生存和发展的地球，人类如何适应自然环境的变化？人类社会如何应对经济全球化新趋势？变革和健全新的全球治理体系已不仅仅是政治家关心的命题，而是逐渐成为在人类命运共同体发育、成长中各国科学家面临的共同问题。特别是这次新冠肺炎疫情给全球带来的灾难，不同政治制度、自然地理环境和文化背景与发展模式的国家应对策略有所不同，付出的生命代价存在显著差异。随着各种应对策略延伸到灾后适应的阶段，其产生的经济恢复力、社会信任感乃至重新审视人与自然的关系都将产生国别差异、地区差异，从中对人的环境伦理和发展价值观、经济效益乃至核心竞争力、政治体制优势和治理水平等都将出现不同程度的重构。这将对各国和各地区未来生存和发展的科技

资助项目：国家自然科学基金重点项目（41630644）
修改稿收到日期：2020年5月10日

创新能力、自然环境基础、人力资源和社会财富等产生链条式影响，因此必将给科技强国提出一系列新的命题[1-3]。其中，嵌入地域空间的差异化治理体系如何快速、高效、精准地适应全球变化和各国国情，无疑是具有高度复杂性的综合课题，由此关联的也必将是综合性的科学难题。破解这一难题的进度，在很大程度上决定着全球各国发展的综合竞争力的重新排序。因此，面向中国空间治理现代化的科技强国适应策略，是具有国家重大战略意义的，也是有着重要科学价值的。

1 空间治理科技需求与科技支撑“短板”问题

按照全球治理委员会（Commission on Global Governance）对“治理”的阐释，治理是个人和机构经营管理相同事务的诸多方式的总和，这一表述在现代公共管理领域具有很强的代表性和权威性[4]。根据我国的体制特征和空间作为治理对象的要求，空间治理的行为主体是政府，即空间治理是政府为实现空间布局合理化、空间结构有序化，以期提升国土空间品相、效能和竞争力而实施的体制机制和运用的政策工具的过程。

在以往我国经济社会发展中，空间治理没有得到重视。计划经济时期，我国在经济社会发展中侧重经济部门、行业和产品的综合平衡关系；改革开放以来，很长一段时间，我国采取牺牲国土空间资源与环境来换取经济发展的主导模式，因此带来的空间失衡成为我国经济社会发展的突出问题，也成为未来高质量发展要解决的重要问题。与此相关，空间治理能力相对落后也就成为我国治理能力和治理体系现代化的突出“短板”[5]。当前，党中央确定生态文明建设的目标是建成美丽中国，而美丽中国的载体是国土空间。因此，无论是目标导向，或是问题导向，实现空间治理能力现代化的进程表决定我国全面实现现代化的进程表。即使是着眼于空间治理的各类主体，增强科技支撑能力和应用程度，都将是空间治理现代化的必由之路。

1.1 重大现实需求对科技的强依赖性及科技“短板”

在我国现代化建设的历程中，很长一段时间决策与科学的结合，特别是决策对科学的依赖性一直被诟病。缺乏科学论证、轻视科学规律、科学工作者不能深入和实质性介入决策过程是导致我国很多重大决策失误的根本原因之一。

但 2008 年汶川特大地震的灾后重建过程却完全不同——以基础评价支撑重建规划、以重建规划指导重建工作，全方位和全链条地展示出中国特色社会主义制度优势。汶川特大地震灾害发生后，政府面临诸如“就地重建还是选址迁建”“灾后重建选址和建设合理规模”等一系列重大决策问题，最终决策的全过程充分依赖科学研究和论证。在当时复杂的全球环境中，汶川重建之所以没有招致国外非议，其根本原因之一就是决策过程和决策方案的科学性。这包括：用遥感等现代技术尽可能准确刻画灾损情况，开展重建资源环境承载能力评价工作，重建规划直接采纳科学论证获得的重建功能分区方案，重建工程特别是村镇建设遵循规划家的蓝图，以及健全包括自然环境修复和心理援助等全系列的地震灾后重建体系等[6]。汶川重建不仅受到国际社会普遍好评，也为我国而后应对重大灾害树立了标尺。更重要的是，由此确定的资源环境承载能力评价成为我国可持续发展决策的基础工作，进而延伸到生态文明建设事项对科学研究和论证的依赖，从而对我国治理体系现代化产生了重大影响。

在党中央、国务院部署汶川重建规划和重建工作中，作为重建规划基础依据的“汶川重建资源环境承载能力评价”由中国科学院牵头开展。当国家将重大需求直接作为工作和责任落实到科学工作者身上时，

科技支撑能力与满足国家重大需求间的差距便成为突出问题，而该问题也是科技强国建设中的突出“短板”之一。汶川重建资源环境承载力评价中显现出很多问题，应在讨论空间治理现代化的科技强国适应策略中予以重视。

（1）*科学认知人居环境和科学规划人类活动空间的基础数据严重不足*。我国西部地区大量空间数据缺失，甚至部分乡镇的行政区划界线无矢量化数据；许多与人类活动开发、利用自然关系重大的基础数据薄弱，如工程地质图和水文地质图在山区精度过低；社会经济统计数据和自然数据多为“两张皮”，诸如人口数量等人类活动空间分布数据与滑坡泥石流胁迫区的自然灾害风险性数据在空间上无法耦合。

（2）*对基本过程和不确定性的数值模拟和物理模拟等技术方法严重欠缺*。灾后重建选址包括临时安置区和长久安置区的选址，而长久安置区又有在灾区内选址和灾区外选址 2 种途径。其中，灾区内不确定因素对选址影响很大，如堰塞湖风险及次生灾害风险。当投资能力达到一定规模且迁移意愿不断变化的条件下，实现重建目标约束下的空间配置就成为一个附在动态系统的优化问题。在应对突发重大安全事件时，无论是整体的数值模拟还是对不确定因素的物理模拟基本都是空白。例如，即使是利用现代遥感技术，在植被灾损和建筑物灾损未发生明显位移和变形的情况下，现代遥感技术采集的数据与实地校验获得的真实数据也存在很大的误差。

1.2 在强依赖过程中的科技短板的误导作用

在当时的条件下，尽管科技对汶川重建的重大需求支撑能力存在着明显的“短板”，但依然发挥了不可替代的作用，并由此助推了生态文明建设特别是空间治理体系现代化对科技支撑的强依赖。近年来中央发布的若干文件，如《关于完善主体功能区战略和制度的若干意见》（中发〔2017〕27 号）、《关于建立资源环境承载能力监测预警长效机制的若干意见》（厅字〔2017〕25 号）、《省级空间规划试点方案》（厅字〔2016〕51 号）等，其中大量的段落是对科技方法应用的阐述。可以说，中央在宏观和战略领域的决策与管理中，生态文明建设特别是国土空间开发保护制度的形成对科技支撑的依赖程度前所未有；反过来，实现美丽中国的目标必须走科技强国的道路，因为国土空间是美丽中国的建设载体，离开科技支撑的美丽中国建设必然是虚无缥缈的[7]。

尽快弥补科技“短板”是实现科技强国战略亟待解决的问题，特别是在因科技“短板”对国家重大决策和战略行动产生严重误导的领域，更是科技强国必须着力解决的问题。主体功能区是优化国土空间格局的重要战略和基础性制度，主体功能区战略和制度的实现和精确落地建立在生态安全、粮食安全、城市化 3 类地域功能确定的基础上。2019 年 11月，中共中央办公厅和国务院办公厅印发《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》，我国当前实施“三条控制线”——生态保护红线、永久基本农田和城镇开发边界的管制措施具有重要意义，并已成为国土空间规划的核心要素和强制内容，这是优化国土空间开发保护格局的系统性、政策性、可操作性的制度设计[8]。

其中，生态保护红线划定的目的是留足维系地球自然生态系统健康、安全和可持续过程的必要空间，制度管理的指向和着力点是禁止人类活动干扰。例如，森林生态系统因具有很强的固碳、水源涵养等功能而重要性突出，被划为“红线”；土壤因盐渍化程度达到峰值而被归类为农田生态系统脆弱性突出，被划为“红线”。在生态保护红线的具体划定过程中也暴露出一些问题，虽然前期充分依赖生态学的原理方法和专业技术队伍，但从技术规程发布到各省份生态保护红线划定方案论证等 2 轮全国大规模实践，都没有取得令人满意的效果。究其原因，就是生态学理论方法偏重于或局限在生态系统的脆弱性、重要性评价

方面，而忽视了人类活动可干扰性的认知[9]。

生态保护红线政策的着力点是制定未来对人类活动管理的要求，包括人类活动能否扰动及以什么强度和方式扰动生态系统为管理重点。这种生态保护红线的划定方法目的在于突出脆弱性与重要性分级，但实质上却从划分理念与方法上产生了与应用需求目标的严重错位。人类活动类型是多样的，作用自然的强度和方式是多样的，自然生态系统对人类活动的承载能力和适宜性也是不同的。例如：盐渍化土壤用作工业建设用地是可行的；如果森林生态系统不存在水源涵养和重要生物保护地功能，也可承载合理利用方式与强度下的人类活动；即使是极端脆弱的高寒草原生态系统，符合草畜平衡要求的放牧恰恰有助于其生态系统健康。

生态学理论和方法如何适应人与自然共建的生态系统，以及合理确定自然生态系统平衡中人类可持续发展的生态位，是避免科技支撑在需求强依赖性中产生误导必须解决的问题。事实上，强调生物多样性的保护也是如此。当把人也纳入生态多样性系统中，在生物多样性过程中是否病毒、有害细菌也趋于多样性？相应地，人的暴露性是否提升？健康风险是否增大？如果简单地在人类活动密集空间中突出生物多样性，是否会加剧人与自然的冲突、导致人与自然相互作用的负边际效应增加？如果这些问题不解决就去推进城市的生态化等，容易造成生态安全隐患。事实上，在人类发展史上，当人类将自然空间改造为城市化空间时，就是最大程度或者说是过分规避自然空间对人类可能造成的负面影响。现在生态化城市应要求“控制”下的生物多样性、“优化”下的生态系统多样性，以实现正效应最大化。但是，这方面的理论和方法都是欠缺的，难以满足空间治理的科技需求。

划定生态红线的案例给我们的启示是，在空间治理和生态文明建设领域，科技支撑科技强国战略的最大“短板”——产生误导作用，就是以自然科学为主体的科技支撑体系中没有把“人”有机地纳入其中，反之亦然[10]。我国现行的学科分类体系中，对“自然”科学和“社会”科学的清晰界定及其发展策略，也无法满足当今和未来面临得越来越复杂的生态文明与可持续发展问题。

1.3 科技强国建设中的科技“缺位、错位、越位”问题

长期以来，科技在富国与强国战略中的“缺位”，导致我国在改革开放以来经济高速增长历时40年还未能够实现向科技驱动型发展方式的转变，而新兴的工业化国家通常经历高速增长后20年便开始实施转型，这成为我国至今经济发展质量不高、产业竞争能力不强的关键因素。党的十八大以来，在生态文明建设等领域开始形成决策对科学的强依赖，生态文明的一系列重大改革，包括自然资源资产负债表、资源环境承载能力监测预警机制、绿色国民经济核算体系与生态补偿、主体功能区制度和国土空间规划体系、生态环境保护督查等，无一不是以科学研究为基础、以科研工作为支撑、以科研成果为保障的。可以说，在我国宏观决策和战略部署层面，科技强国战略在生态文明建设和空间治理能力提升过程中得以率先、全面、系统地贯彻实施。

除了以上讨论的科技支撑能力同国家重大需求有差距等“缺位”问题，以及因科技支撑能力的“短板”导致对国家重大战略实施的误导等“错位”问题之外，还存在科技强国建设中科技定位出现的“越位”现象。我国以往的决策管理过程，通常存在“轻前期充分研究、重行政决策、轻实施过程监督管理”的现象。其中，实施管理和决策修订是科学决策和行动的重要保障。在生态文明建设中，为了使区域政策能够结合各地发展的实际情况并及时调整优化，政府必须建立监督、评估和调整的机制。通过调研资源环境承载能力是否超载，来评估不同地区可持续发展的状态并解析超载的成因，从而进行区域政策

的调整，这已成为一项重要的制度。在这个过程中，科学家建立指标体系和评估模型，逐步完善监测数据采集网络，开展试点并对全国进行试评价，取得了良好进展[11-13]。但需要注意的是，这个过程中出现 2 种倾向：一种倾向是"缺位"判断的延续，科学工作者认为我国政府决策管理不会真用科学评估的结果；而随着政府对评估成果运用力度提升，又出现另一种认识倾向，科学工作者认为政府决策管理就应当完全按照科学评估结果执行，不按照评估结果执行就是不科学，这是科技支撑在决策管理过程中的"越位"表现。科学工作者进行的评估是依托有限专业领域、考虑有限因素，并且目标和约束条件设定在有限范畴内的。毫无疑问，评估越复杂，其在决策应用中的贡献率将越大；但相较于评估结果，决策过程在涉及领域、考虑因素、目标选取方面的考虑更为复杂和综合。因此，决策管理对科技成果的充分应用是强国之路，但绝不应该对科技成果进行照搬。而科技强国努力的方向，则应是更加逼近决策管理需求，尽可能发挥出最大的科技支撑效益。

2 空间治理现代化的科技响应和支撑难点

生态文明建设是中国开启全面建设社会主义现代化国家新征程的重要抓手；空间治理现代化则是生态文明建设的重要制度保障，也是全面建设社会主义现代化国家的目标内容和途径举措的重要组成部分。因此，空间治理现代化无疑是科技强国战略实施的重点领域。研究表明，生态文明建设和空间治理现代化的 2 个决定性过程是法制化和科学化。党的十八大以来，科技强国战略已经在生态文明建设和空间治理现代化领域得到全面实施，由此体现出相关决策管理对科技支撑的强依赖性特征。生态文明建设和空间治理现代化的决策需求是强劲、迫切、不断增长的。因此，应采用目标导向和问题导向结合的方式，建立空间治理现代化科技需求分析框架，辨析科技支撑的难点问题，这是合理选择面向中国空间治理现代化的科技强国适应策略的有效途径。

2.1 空间治理现代化的科技需求及响应的分析框架

在未来相当长的一段时间，我国的空间治理现代化依然是政府主导的过程。管理决策层面的体制机制全面深化改革成为政府主导过程的关键举措。基于此，空间治理现代化所产生科技需求及科技响应的分析框架主要由 4 个部分构成（图 1）。需求驱动属性包括 2 个部分：决策管理的公共风险加大，以及决策对象复杂性和不确定性的增强。响应属性则涵盖了全部的 4 个部分：探索减少决策风险，应对决策对象的复杂性与不确定性，健全治理功能的适应策略，以及发挥科学价值。

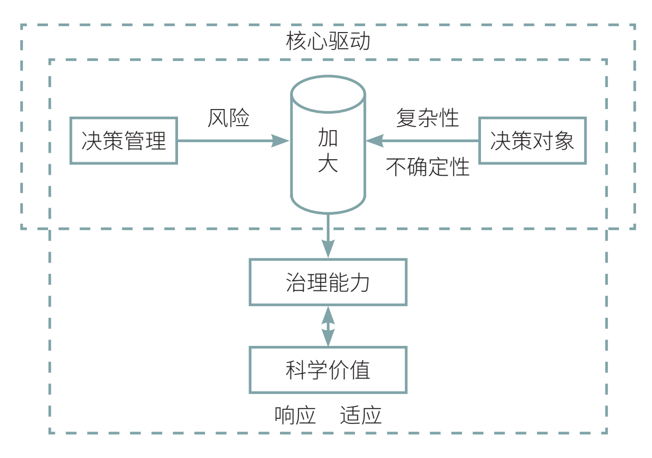


图 1　科技需求与响应的分析框架

*决策管理的社会公共风险增大是该框架的核心驱动之一。*当前，治理能力关乎执政水平，错误的、失误的决策管理将带来较大的社会公共风险，导致全球、国家或地方不同空间尺度的重大损失，甚至与人类的生存灭亡、民族的兴盛衰败紧密相关。汶川特大地震灾后重建是如此，全球抗击新冠肺炎疫情是如此，国家安全和粮食安全也是如此……因此，依托科技支撑治理能力现代化，便成为决策管理的自觉需求、必然选择[14]。

决策管理的对象变得越来越复杂，客观事物演变

的不确定性也越来越增大，这是该框架的另一核心驱动力。从空间治理而言，空间的开放性、流动空间的形成、物质空间和非物质空间的交互作用，甚至对空间品质的认知和情感差异等，都可能成为导致国土空间变化不确定性和复杂性的主要原因。空间治理能力和治理体系必须实现现代化，其途径就必须要求科技提供强有力的支撑。

科技对空间治理需求的响应，即源自对以上核心驱动力的适应，也源自治理功能自身的科学化——"治理"本身也是公共管理科学的主题，同时也与科学价值取向与服务社会，以及解决人类发展面临的重大空间可持续性问题息息相关。因此，面向空间治理需求也相应地成为驱动科技发展的重要力量。科技的现代化是科技强国的基础，也是科技发展战略的有效途径。

2.2 面向空间治理的科技创新框架

面向空间治理的科技创新框架由 3 个层次构成（图 2）：① 理论创新层次。应重构科技体系，在自然科学、社会科学、工程技术相互融合中，建立"大科学"，并创新服务空间治理现代化的"大科学"理论体系。② 基础能力层次。应重视基础数据采集、共享和分析能力，以及模拟、预测和优化模型方法的建设。③ 知识应用层次。包括面向空间治理现代化需求的科技知识的创造传承、学习传播、实践应用体系的全链条构建，重点途径是实现"研究+决策"的高质量结合[15,16]。

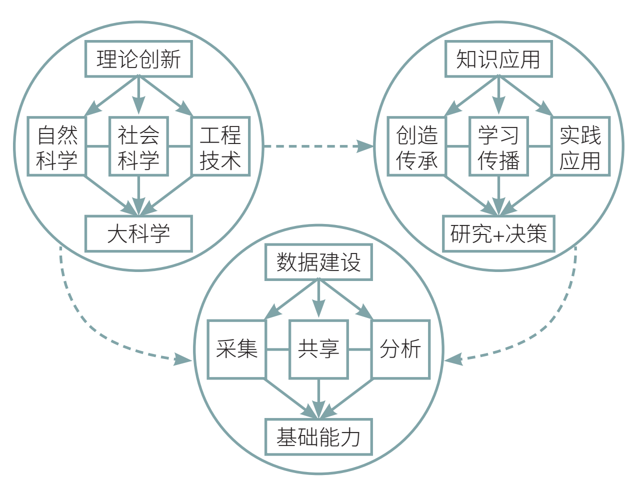


图 2　面向空间治理的科技创新框架

2.3 科技强国建设在空间治理领域面临的关键科学问题

党的十八大以来，生态文明建设和空间治理现代化对科技应用需求的增强，有力地拉动了相关科技领域的学科发展。例如：地理学中地域功能形成与演变机理、自然承载力与地域功能适宜性评价方法、新型和可持续城镇化过程[17]、乡村振兴与欠发达地区可持续生计[18]的研究；生态学中绿色资本核算体系和生态补偿机制[19]、生态安全屏障与自然保护地体系的研究[20]；以及人与自然耦合关系、高质量发展科学内涵、空间规划多规融合的方法途径等。这些学科的发展形成了具有中国特色的生态文明建设学科支撑体系，在人文地理学、国土空间规划等领域产生了重要的国际影响。我国人文地理学研究已开始呈现溢出效应，国土空间规划领域已从全面学习国外转型为相互交流——国外专家开始吸纳中国经验[21]。

尽管支撑空间治理体系的科技有所发展，但尚未出现根本突破，特别是包括可持续性科学在内的"大科学"并未兴起，数据采集和应用的共享平台与机制尚未建立，科学研究与决策应用的障碍在科学界内部尚未得到彻底解决。综合而言，科技强国建设在空间治理领域还面临以下 8 个尚未解决的关键科学问题[7,22]。

（1）如何正确理解变化着的空间，以及空间全要素的综合效益。当前地表空间过程从侧重资源属性走向自然全要素属性，从侧重自然与人类生产生活的耦合走向自然-经济-文化的多重耦合。实现空间全系统综合效益最优的基本约束条件、目标体系在空间有序化过程中的作用关系，这是支撑客观理解变化着的地表空间基本理念的科学基础。

（2）如何描述空间过程的基本驱动力和稳定态。空间变化的过程是绝对的，变化的结果是趋于空间均

衡的稳定态。若从空间综合效益出发，涉及经济效益均衡的空间演变模型将被颠覆，经济发展的区域差距是空间变化基本驱动力的认知也被否定。那么，空间变化的稳定态如何囊括经济、社会和生态效益？其基本驱动力是差异或是差距，而实现不同范畴差距的量纲转换本身就意味着跨学科的融合。

（3）中国特色社会主义制度下的政府管理与社会主义市场经济条件下的市场作用，在空间治理中如何匹配才能够达到治理最佳效果。要达到治理最佳效果，其基本机制显然不能仅用经典的市场经济学理论予以阐释，也无法运用理性人假设前提下的空间组织理论予以阐释；此外，治理途径的刚性与弹性匹配、短期与长期匹配等也成为优化空间调控的难题。

（4）未来巨变的世界导致影响空间过程和空间治理的新因素不断涌现，新空间类型、新空间开放系统与空间相互作用模式，需要理论创新的适应[23]。例如：建立在城市优于乡村基本前提下的城市化理论失去了存在的前提；三次产业在微观层面就开始高度融合，也使传统的空间分工与功能分区失去了承载的对象；不仅是文化多样性的效应被多元化的判断而不知取舍，生物多样性也将逐步面临同样的难堪。

（5）如何预判未来并使空间治理适应更长的时间周期，变得难解。因为空间的巨变——往往我们看到的外在景观、物质空间还是稳定的，但其社会结构、文化内涵甚至空间效能却已发生了巨大的变化。如何预判未来并使空间治理适应更长的时间周期，这个科学命题是空间治理的时间效应和过程优化问题：从短期最优到长期最优，其时间拐点产生的条件是什么；如何采取合理的调控机理使这种过程变得更遂人愿。

（6）空间过程优化尚无定论。与时间过程紧密相关的另一个过程是空间过程，包括空间尺度转换中的级联系统、传导效应，以及局部和整体、不同区域之间相互作用等传统空间问题。但由于空间尺度上的传导和级联对象已经从生态功能、经济效益等拓展到了全系统，那么不同功能、效率、品质在空间尺度转换和空间相互作用中是否能够同步？目前来看肯定是不同步的，因此这种空间过程对空间治理意味着什么亟待解决。事实上，在我国长期面临的基本矛盾中，“中央与地方”“国内与国外”两大基本矛盾问题都是空间过程优化尚无定论产生的矛盾。

（7）体制机制、社会文化等构成的软环境如何产生差异性介质作用，对差异性介质作用的研究是打造地方特色的价值取向的科学基础。空间界线（界面）的作用，改变着物质、能量、信息等运动的基本规律，在不同介质下客观事物变化的轨迹发生变形，这一点在自然科学中有着很好的研究结果。与之相比，人文界线使客观事物发生变化作用的研究结果却微乎甚微。当人们通过国界跨越这种人文界线时，行为方式可能立即就发生了显著改变[24]；当资金跨越了行政区划时，资金利用效率和成本收益率可能就发生显著改变。

（8）空间治理是一个体系，与体系化相关的一系列问题也构成了公共管理与工程、复杂系统优化等科学难题，而其中很多难题在以往并没有纳入科技的范畴。当我们着眼于整个地球时，规划、政策、法律等无疑都是人类社会自组织系统中的治理工具。从全球治理到国家治理、地方治理等过程中，治理工具发生改变，导致治理工具变化的理念情感价值观发生变化；因此，如何合理组合不同治理工具实现治理高效，也成为“大科学”的命题[25]。同样，如何实现科学研究与科学决策之间的有效契合与良性互动，如何发挥好机器与人类在空间治理中的作用，以及实现规范与精明灵活相结合的智慧管理等，也都逐渐被纳入科学难题的范畴之中。

3 地理科学面向国土空间规划的适应策略

空间治理现代化面临的关键科学问题，不归属任何单一学科，即使是跨学科、多领域、交叉融合，其

边界也是极其模糊的。未来，探讨空间治理领域科技强国建设的适应策略，可采取目标和问题导向相结合、科技短板和重大需求相结合、科技规律和制度特色相结合的范式，力求在我国治理体系和治理能力现代化进程中，使空间治理发挥更大的科技支撑作用。

近年来，国土空间规划是我国空间治理现代化推进较快的领域，这一点从国家治理体系中的定位、中央机构调整的力度及工作开展的状态，都能得以证实。国土空间规划，特别是中尺度和大尺度国土空间规划是地理科学应用的重要领域。而当研究对象、理论基础和解析方法是自然科学和社会科学融合的范式时，以国土空间过程和格局的实际演变作为观察对象及实验场，从现实和真实的国土空间中发现重大科学问题，以及通过解决重大科学问题驱动统一地理学的学科建设和提升学科服务社会的能力，将越来越成为地理学科发展的基本方略[26,27]，这也是地理科学面向国土空间规划的适应策略。

3.1 重构面向国土空间规划的统一地理学理论体系

面向国土空间规划的统一地理学理论体系的建构（图3），需要从确定规划目标、运用分析方法、研制布局方案、健全管制体系、配套保障措施、实施动态管理等国土空间规划全流程及其关键需求着眼，从地理学特性及地理学现状分支学科的优势与潜力着手，对统一地理学理论体系进行讨论。

（1）确定国土空间规划目标的核心理论基础。确定以实现可持续和高质量发展为目标导向的国土空间格局演变均衡理论。空间格局演变具有其自身规律，各要素间的相互作用关系是客观的，但由于目标导向不同，其调控机理和实现路径就有所差异。自然系统各圈层间相互作用的均衡，人口经济与资源环境系统的均衡，以及人类生产生活空间与社会文化空间的均衡，其状态与实现机制是最基本的统一地理学理论，也是阐释所有重要的地理过程和格局的基础理论。

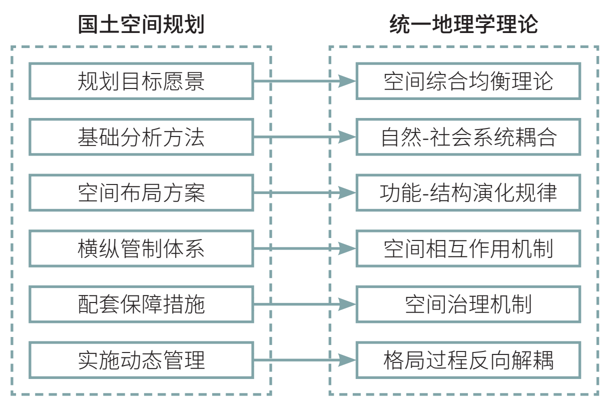


图3 统一地理学面向国土空间规划的理论创新体系

（2）研制国土空间规划重要技术方法的理论依据。基于地理学研究思维和优势，揭示自然环境系统与人类社会系统耦合，无疑是破解全球、国家和地方不同尺度可持续性的重要理论工具。基于自然环境，探讨各自然要素资源、环境、生态和灾害等可持续性属性，并集成为自然综合体的承载系统，进一步扩充到地球被人类改造后形成的基础设施系统，把资源环境承载力转换为自然综合承载力，再进一步拓展到空间承载力，应该是在这个维度上推进学科发展的方向。反之，从人类社会系统作用自然环境系统也具有丰富的命题，而自然与人类两个系统相互作用，才能够真正破解统一地理学最有理论价值的耦合问题。

（3）配置国土空间或研制国土空间布局方案的理论指南。地理学的真谛在于区域差异性和地带性或空间结构分布规律，而差异性的基本单元是地域功能，地带性和空间结构是地域功能的空间组合规律。规划在本质上是目标导向下的空间组织方案的研制，组织的途径就是建立地域功能与政策单元的关联，并实现空间合理配置。因此，形成地域功能-空间结构的基本关系和类型体系也成为面向国土空间规划的重要理论，其中包括地域功能的适宜性认知、地域功能演变的空间结构响应机制、空间结构有序化过程及其驱动力、空间结构优化的调控阀门与效益等。

（4）建立国土空间规划体系并实现空间治理体系化的理论框架。空间相互作用与不同空间尺度的传导机制，也可以笼统理解成大小不同层级（尺度）空

间、局地与整体空间、相同尺度（层级）空间之间的相互作用。是什么因素决定不同传导对象或作用载体在相互作用中呈现出不同的作用方向、强度、效率和效应？在不同传导对象与作用载体的集成中其累积效应是否呈线性变化？这种变化存在不存在“拐点”，以及发生“拐点”的条件是什么？这些问题都亟待探讨。

（5）实施国土空间规划的作用主体与重大举措的理论阐释。现代空间治理已经不局限于采用“硬规定、强约束”的方式来实现政府的意志，这已被证明这种方式的效果只具有简单的最优化而非系统整体的最优化，甚至具有负效应大于正收益的风险。那么，怎样面对一幅美丽蓝图——国土空间规划方案，合理利用政府作用、市场机制和全社会的其他力量共同实施规划，就必须科学认知不同力量的适用范畴、作用方式及正负效应。而在不同空间背景下的不同作用力组合方式是不同的；在不同时间段中组合中主要作用力，以及作用力的构成也会发生变化；因此，如何优化操作，对一个规划是否成为有用的规划具有决定性作用。

（6）实行国土空间规划实施过程和结果监测评估的理论参考。这是一个解耦过程——对以上形成国土空间规划方案、实施国土空间规划行动所产生结果进行反向研究的理论。通过对某个阶段或最终阶段的国土空间格局进行分析，回溯产生这个结果的过程与各种作用力的分量，揭示产生格局的成因，为进一步优化和调整国土空间规划提供依据[28]。解决这一问题的难点是，耦合和解耦过程、机制并不存在完全的耦合。当我们为实现一个规划目标设定一个规划方案时，其实只是给出耦合的一个途径或过程。但是，当我们对一个时间点作为规划结果进行评估时，导致这个结果产生的途径和过程可能就不是唯一的，或者不是规划给定的途径与过程，这就给解耦带来难题。对导致这种非耦合性的原因值得我们继续探究。

3.2 夯实面向国土空间规划的统一地理学的数据基础

面向国土空间规划的科学支撑，最重要的策略有2个：重构理论体系和夯实数据基础。后者不仅包括建立天地空数据采集网络等科技领域的工作，也包括健全数据共享机制等非科技领域的工作，因为这些都对夯实数据基础、在空间治理领域实现科技强国战略具有决定性的作用。特别是随着大数据的发展，为社交性和非物质性空间研究质量提升创造了数据条件和方法模型可能，应纳入数据基础建设当中[29]。

从技术方法层面看，数据基础平台建设应具有分析评价、管理优化、信息发布等综合功能。借助大数据、云计算等最新信息技术，按照国土空间规划的需求，数据基础平台主要为规划研制者、评估者等科技人员提供数据采集、检索使用、综合分析等服务；同时还为管理部门和全社会提供展示窗口[30]。实现各类自然和人文数据的动态获取、多源异构数据的有机融合、综合分析与空间表达、信息资源的按需服务将对提升国土空间规划的科学性具有重要的支撑作用。

从技术标准角度看，数据基础平台应在需求指向下，统一规划、统一布局、统一设计。① 坚持整体性、标准化原则。按照统一框架整体设计系统方案，综合考虑各方面和系统的需求，满足业务集成的需要，建立应用规范并遵循统一的业务概念、指标和口径。② 坚持先进性、成熟性原则。在设计理念、技术体系、产品选用等方面考虑先进性和成熟性的统一，以满足系统在较长生命周期内具有可维护性和可扩展性。③ 坚持安全性、可靠性原则。要有完善、周密的安全体系，必须从全方位、多层次加以考虑，即通过应用级、系统级的安全措施来确保全系统的安全性与可靠性。④ 坚持可管理、可维护原则。使管理与运行维护操作应尽量简便易行。

可考虑从基础层、数据层、服务层和应用层等构建数据基础平台。① 基础层主要是自然和社会数据

监测和采集系统。应注重在数据采集层面，实现传统数据采集网络与大数据新方法的结合，注重自然数据与人文数据的融合。② 数据层则以数据库建设为核心，主要包括基础数据库和各项要素的专题数据库、实时监测数据库、基础地理数据库、专题空间数据库等。各类数据的汇聚、融合处理及管理也在该层进行。③ 服务层包括算法库和模型库，是基于数据服务规划目标的核心业务层，用以支撑应用层各项服务功能的实现。其中，模型库是支撑平台功能实现的各类模型组件集合，算法库则是各类模型所含的基础分析方法和底层算法。④ 应用层则是平台面向规划不同层级空间规划、综合性和专项空间规划等用户的应用系统，对各类服务进行管理和应用。

参考文献

1 习近平. 为建设世界科技强国而奋斗 在全国科技创新大会 两院院士大会 中国科协第九次全国代表大会上的讲话. 北京: 人民出版社, 2016.

2 习近平. 坚持和完善中国特色社会主义制度推进国家治理体系和治理能力现代化. 社会主义论坛, 2020, (1): 4-7.

3 王志刚. 以科技创新支撑国家治理体系和治理能力现代化. 机关党建研究, 2020, (2): 16-18.

4 The Commission on Global Governance. Our Global Neighborhood: The Report of The Commission on Global Governance. Oxford: Oxford University Press, 1995.

5 樊杰. 我国空间治理体系现代化在“十九大”后的新态势. 中国科学院院刊, 2017, 32(4): 396-404.

6 樊杰. 国家汶川地震灾后重建规划——资源环境承载能力评价. 北京: 科学出版社, 2009.

7 Fan J. How Chinese Human Geographers Influence Decision Makers & Society. Beijing: The Commercial Press, 2016.

8 高吉喜. 国家生态保护红线体系建设构想. 环境保护, 2014, 42(Z1): 18-21.

9 Fan J, Wang Q, Wang Y F, et al. Assessment of coastal development policy based on simulating a sustainable land-use scenario for Liaoning Coastal Zone in China. Land Degradation & Development, 2018, 29(8): 2390-2402.

10 陈发虎, 傅伯杰, 夏军, 等. 近70年来中国自然地理与生存环境基础研究的重要进展与展望. 中国科学：地球科学, 2019, 49(11): 1659-1696.

11 樊杰, 王亚飞, 汤青, 等. 全国资源环境承载能力监测预警（2014版）学术思路与总体技术流程. 地理科学, 2015, 35(1): 1-10.

12 樊杰, 周侃, 王亚飞. 全国资源环境承载能力预警（2016版）的基点和技术方法进展. 地理科学进展, 2017, 36(3): 266-276.

13 Fan J, Wang Y F, Ouyang Z Y, et al. Risk forewarning of regional development sustainability based on a natural resources and environmental carrying index in China. Earth’s Future, 2017, 5(2): 196-213.

14 白春礼. 构建现代科技创新治理体系 全面提升科技创新供给能力. 中国党政干部论坛, 2018, (6): 6-9.

15 本刊特约评论员. 迎接融合科学与科学数据开放共享新时代. 中国科学院院刊, 2020, 35(1): 1-2.

16 刘伟平. 服务国家宏观决策 建设高水平科技智库. 中国科学院院刊, 2016, 31(8): 851-856.

17 Fang C L. The basic law of the formation and expansion in urban agglomerations. Journal of Geographical Sciences, 2019, 29(10): 1699-1712.

18 Liu Y S. Introduction to land use and rural sustainability in China. Land Use Policy, 2018, 74: 1-4.

19 Ouyang Z Y, Zheng H, Xiao Y, et al. Improvements in ecosystem services from investments in natural capital. Science, 2016, 352(6292): 1455-1459.

20 黄宝荣, 马永欢, 黄凯, 等. 推动以国家公园为主体的自然保护地体系改革的思考. 中国科学院院刊, 2018, 33(12): 1342-1351.

21 樊杰. 中国人文地理学70年创新发展与学术特色. 中国科

学：地球科学, 2019, 49(11): 1697-1719.

22 Fan J. Chinese human geography and its contributions. Journal of Geographical Sciences, 2016, 26(8): 987-1000.

23 钟林生, 邓羽, 陈田, 等. 新地域空间——国家公园体制构建方案讨论. 中国科学院院刊, 2016, 31(1): 126-133.

24 Liu W D, Dunford M, Gao B Y. A discursive construction of the Belt and Road Initiative: From neo-liberal to inclusive globalization. Journal of Geographical Sciences, 2018, 28(9): 1199-1214.

25 刘卫东. "一带一路"：引领包容性全球化. 中国科学院院刊, 2017, 32(4): 332-339.

26 傅伯杰. 地理学综合研究的途径与方法：格局与过程耦合. 地理学报, 2014, 69(8): 1052-1059.

27 傅伯杰. 地理学：从知识、科学到决策. 地理学报, 2017, 72(11): 1923-1932.

28 宋长青, 程昌秀, 杨晓帆, 等. 理解地理"耦合"实现地理"集成". 地理学报，2020, 75(1): 3-13.

29 于贵瑞, 何洪林, 周玉科. 大数据背景下的生态系统观测与研究. 中国科学院院刊, 2018, 33(8): 832-837.

30 周成虎. 全空间地理信息系统展望. 地理科学进展, 2015, 34(2): 129-131.

Adaptative Strategy of Powerful Country of Science and Technology for Modernization of China's Space Governance

FAN Jie

(1 Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China;

2 Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;

3 College of Resources and Environment, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract As an important field in the construction of ecological civilization, spatial governance is a relatively weak field in China's governance system. In the past 40 years of rapid economic development, unbalanced regional development, disharmony between nature and society, and disordered spatial structure have become prominent problems. In the support of space governance, science and technology have problems such as the division of natural sciences and social sciences, the imperfect data co-construction and sharing mechanism, and the disconnection of scientific research and decision-making management, which seriously hinders the need for the modernization of governance systems. The formation of an adapting strategy for the modernization of China's space governance by a technologically powerful country is of great significance for China to realize the transition from a well-off society to a modern society, and for China to improve its level in the global governance system. On the basis of discussing the complexity of space governance objects, the scientization of government decision-making and management, and the general trend of science and technology serving social development, this study proposes a new framework of science and technology innovation oriented to space governance, which is dominated by theoretical innovation, data construction, and knowledge application. Combined with the analysis of innovative key scientific issues, focusing on the needs of the whole process of territorial planning with determining the planning objectives, applying analytical methods, developing layout plans, improving the control system, supporting safeguard measures, implementing dynamic management, etc., this study systematically discusses the two major issues of developing a unified geographic theory system and data foundation. Among them, the main points of the theoretical system include: the comprehensive equilibrium theory of space, the coupling mechanism of natural and social systems, the evolution law of regional function-spatial structure, the spatial interaction

relationship, the spatial governance mechanism, and the reverse decoupling principle of geographical process-geographical pattern.

Keywords spatial governance, sustainability, human-nature coupling, spatial planning, unified geography



樊 杰 中国科学院地理科学与资源研究所、中国科学院科技战略咨询研究院研究员，中国科学院大学资源与环境学院教授。长期从事人文与经济地理学、区域可持续发展过程与格局、主体功能区划与空间治理体系等研究。中国城市规划学会副理事长，中国地理学会国土空间规划分会主任、《经济地理》主编。兼任全国“十四五”规划专家委员会委员，全国国土空间规划专家组成员，住房建设部人居环境专委会副主任委员，法国地理学会荣誉会士。承担第二次青藏高原综合科学考察研究任务、中国科学院战略性先导科技专项（A类）、国家自然科学基金重点项目等研究任务。发表学术论文近300篇，出版专著近30部。曾获中国科学院杰出科技成就奖。E-mail: fanj@igsnrr.ac.cn

FAN Jie Doctor, Researcher at the Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, and Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences (CAS), Professor at College of Resources and Environment, University of Chinese Academy of Sciences. He has long been engaged in the research of human and economic geography, the process and pattern of regional sustainable development, the regionalization of main function and the spatial governance system. He is hosting or co-hosting a number of major research projects, e.g., “Function and System Optimization of Ecological Security Barrier” in the Second Comprehensive Scientific Expedition to the Qinghai Tibet Plateau, “Regional Green Development Plan” in the “Pan-Third-Pole Environmental Change and Green Silk Road” project of the Chinese Academy of Sciences Strategy Priority Research Program (Category A), and “Regional Function and Comprehensive Geographical Regionalization” of National Natural Science Foundation of China key projects. He has published nearly 30 monographs and 300 papers in academic journals such as *Earth Future*, *Chinese Science Bulletin* and *Acta Geographica Sinica*. He was awarded the Outstanding Science and Technology Achievement Prize of CAS. He is serving as Vice Chairman of Urban Planning Society of China, Director of Territorial Space Planning Branch of the Geographical Society of China, Editor-in-Chief of *Economic Geography*, member of National 14th Five-Year Plan Expert Committee, member of the National Expert Group on Territorial Space Planning, Vice Chairman of the National Special Committee on Human Settlements Environment, and honorary member of the French Geographical Society. E-mail: fanj@igsnrr.ac.cn

■责任编辑：张帆